

Aus der Hals- Nasen- Ohren-Universitätsklinik Marburg

Direktor: Prof. Dr. med. J. Berendes

Schulaudiometrische Vergleichsmessungen mit verbesserter Schallabschirmung

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der gesamten Medizin
der hohen Medizinischen Fakultät
der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von

Klaus Rossig
aus Gablonz/Neiße

Marburg 1967

Aus der Hals- Nasen- Ohren-Universitätsklinik Marburg

Direktor: Prof. Dr. med. J. Berendes

Schulaudiometrische Vergleichsmessungen mit verbesserter Schallabschirmung



Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der gesamten Medizin
der hohen Medizinischen Fakultät
der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von

Klaus Rossig

aus Gablonz/Neiße

Marburg 1967



Angenommen von der Medizinischen Fakultät
der Universität Marburg am 3. 2. 1967
gedruckt mit Genehmigung der Fakultät
Dekan: Prof. Dr. med. et med. dent. H. Heuser
Referent: Prof. Dr. med. G. Beckmann
Correferent: Prof. Dr. med. J. Berendes

- I. Audiometrische Untersuchungen an Schulkindern
 1. Die Bedeutung der Schulaudiometrie
 2. bisherige Hörprüfverfahren und ihre Nachteile
 3. Bisherige Ergebnisse
 4. Verringerung der Fehlerbreite
- II. Die Bedeutung des Umgebungslärmes
 1. Der Störschall in der Schule
 2. Ausschaltung des Störlärms durch Schallabschirmung
- III. Vergleichsuntersuchungen mit dem Quick-Check- und dem Madsen - Audiometer
 1. Die Audiometer und ihre Schallabschirmung
 2. Praktische Durchführung
 3. Abgrenzung der pathologischen Hörprüfergebnisse
 4. Lage und Milieu der einzelnen Schulen, Untersuchungsbedingungen und Ergebnisse
- IV. Auswertung und Beurteilung
 1. Alter der Kinder und Art der Schulen
 2. Häufigkeit, Seitigkeit und Grad der Störung
 3. Auswirkung des Lärmpegels
- V. Ergebnisse der klinischen Kontrolluntersuchung
 1. Ursachen und Behandlungsbedürftigkeit der Hörstörungen
 2. Genauigkeit des Madsen-Audiometers
- VI. Zusammenfassung
Literatur

I. Audiometrische Untersuchungen an Schulkindern

1. Die Bedeutung der Schulaudiometrie

Die ungestörte Funktion des Gehörs ist schlechthin die Voraussetzung für die normale Entwicklung des heranwachsenden Kindes. Das ungestörte Gehör ermöglicht dem Kind, mit seiner Umwelt in Kontakt zu treten und sich in ihr zurecht zu finden. Hörorgan, Intelligenz, Kombinationsvermögen und Situationsverständnis stehen in so enger Beziehung zueinander, daß es nicht verwundert, wenn das schwerhörige Kind gegenüber gesunden Gleichaltrigen benachteiligt ist. Der entscheidende und vorläufig wichtigste Augenblick im Leben des Kindes wird mit dem Zeitpunkt der Einschulung erreicht. Häufig fällt dann erst die Retardierung des hörgestörten Schulanfängers auf, der daraufhin in vielen Fällen nicht eingeschult oder an eine Hilfsschule verwiesen wird. Aus den Untersuchungen, die v. BRACKEN an 167 schwerhörigen Marburger Schülern durchführte, geht hervor, daß 17,9 % vor der Einschulung zurückgestellt worden waren. BECKMANN hat bereits darauf hingewiesen, daß in Hilfsschulen besonders viel hörgestörte Kinder anzutreffen sind. Daher errechnete v. BRACKEN den Prozentsatz der schwerhörigen Volksschüler gesondert, die ein Jahr später eingeschult worden waren. Er ermittelte 13,8 %. Dieser Prozentsatz liegt zwar niedriger als der erstere, aber doch noch bedeutend höher als der der Zurückgestellten überhaupt. Nach FROMMBERGER wurden nämlich im Regierungsbezirk Detmold von 70 000 Kindern nur 4,1 % nicht zum normalen Termin eingeschult. Der Zusammenhang zwischen Späteinschulung und Schwerhörigkeit wird noch deutlicher bei Schülern mit beidseitiger leichter oder stärkerer Schwerhörigkeit.

Über 25 % dieser Schulkinder wurden zurückgestellt (v. BRACKEN).

Besonders unglücklich wirkt sich für das hörgestörte Kind die Tatsache aus, daß den Lehrern in den meisten Fällen der Hördefekt verborgen bleibt. Wie FOOTE feststellen mußte, fanden Lehrer trotz besonderer Aufklärung durch ein Merkblatt bei einer Kontrolluntersuchung an 60 000 Kindern nur 2,1 % Hörstörungen im Gegensatz zu 13,8 % bei der audiometrischen Nachkontrolle. v. BRACKEN gibt an, daß nur in 22,8 % der Fälle die Schwerhörigen vom Lehrer erkannt wurden. Vielmehr wurden die Schüler als "zerstreut", "verträumt", "uninteressiert" und "unfolgsam" angesehen oder fallen in anderer Weise unangenehm auf. Selbst die Eltern bemerken in sehr vielen Fällen die Schwerhörigkeit nicht, sondern halten das Kind für dickfellig und faul. Ja, es soll sogar vorkommen, daß das Kind verlacht wird, wenn es seine Schwerhörigkeit bemerkt und sich darüber beklagt.

Natürlich werden die geringeren Hördefekte noch viel weniger erkannt als die größeren. v. BRACKEN gibt an, daß die stärkere Schwerhörigkeit zu 52,4 %, die leichtgradige Hörstörung dagegen nur zu 7,8 % entdeckt wird.

Nach Untersuchungen von ARNDT ist die Stimme des Lehrers in Klassen mit Schulanfängern zu 50 % vom Lärm übertönt, der sich aus Nutzschall im Klassenraum und Störschall vom Schulhof und von der Straße zusammensetzt. Kinder mit einer Hörstörung sind in solchen Fällen besonders benachteiligt und können die Lehrerstimme nur schwer heraushören.

v. BRACKEN gelangte zu dem Ergebnis, daß 76 % der schwerhörigen Kinder einen ungünstigen Sitzplatz in Bezug auf die Ausnützung ihres Restgehöres haben, weil die Wahl des Platzes meistens den Kindern selbst überlassen bleibt. Eine Schülerbefragung erbrachte, daß nur 39,5 % aller Schwerhörigen von ihrer Schwerhörigkeit wußten; weniger als 10 % dieser Schüler fanden - nach ihren eigenen Angaben - Rücksicht bei ihren Altersgenossen, bei den Eltern oder den Lehrern.

Unter diesen Umständen reagieren die hörgestörten Kinder je nach Mentalität und Begabung mit Resignation oder nervöser Reizbarkeit. Mit steigender Schwerhörigkeit steigt die Neigung zum Einzelgängertum und sinkt das Interesse an gemeinsamen Unternehmungen. Eine erneute Fehlbeurteilung des hörgestörten Kindes liegt dann auf der Hand.

In einer zweiten Untersuchungsreihe stellte v. BRACKEN fest, daß bei Schwerhörigen im Begabungstest zwar keine deutlichen Intelligenzunterschiede zu gesunden Kindern bestehen, aber die Mutterbindung sehr stark ist und nicht mehr dem Alter entspricht. Ferner treten vermehrt Sprachstörungen auf, und zwar stärker hörgestörte Kinder stammeln und näseln mehr als Kinder mit geringerem Hördefekt. Besonders der Sigmatismus ist häufig.

In den letzten Jahren mußte man feststellen, daß kindliche Hörstörungen viel häufiger sind, als man früher angenommen hatte. Auch schon eine leichtgradige Hörstörung kann die Schulleistung nachteilig beeinflussen (BECKMANN). Dies ist umso tragischer, als die Intelligenz der hörgestörten Kinder - wie

v. BRACKEN feststellte - sich nicht nennenswert von der gleichaltriger normalhöriger Kinder unterscheidet. Man muß daher der kindlichen Schwerhörigkeit unbedingt mehr Beachtung schenken. Nur dann werden die unerwünschten Auswirkungen vermieden, denen die Kinder heute noch ausgesetzt sind.

Regelmäßige audiometrische Untersuchungen größeren Umfanges werden in den USA durchgeführt. Wie ROE und Mitarbeiter (1961) feststellen konnten, ist die Schulaudiometrie in den meisten Staaten der USA eine Routineeinrichtung geworden. Es findet ein audiologisches Heraussieben (=Screening) jährlich an etwa 3,5 Millionen Kindern statt. Zwischen den Untersuchungen liegt ein zwei- bis vierjähriges Intervall. Die Identifikationsaudiometrie (= Identification audiometry) in Nordamerika erfolgt individuell, überwachend und prüfend. Neben der Abteilung für Schulpflichtige gibt es solche für Erwachsene und Kleinkinder. Eine frühmögliche Erfassung der Hörstörung wird angestrebt, denn eine Hörstörung wirkt sich umso schwerer aus, je früher sie auftritt. In den Vereinigten Staaten wird gefordert, daß in den ersten drei Volksschulklassen jährlich schulaudiometrische Untersuchungen stattfinden und daß bis zum 12. Lebensjahr zwischen zwei Testuntersuchungen nie größere Intervalle als drei Jahre liegen sollen.

Wichtigster Termin für die prophylaktische Erfassung von Hörstörungen ist die Einschulung. Ausreichend Begabte dürfen nicht wegen ihrer hörmäßig bedingten Minderleistung in Hilfsschulen eingewiesen werden, weil sie mit geistig Zurückgebliebenen gemeinsam dort unterrichtet werden und verkümmern.

Die Schulanfänger, bei denen eine Hörstörung entdeckt wird, müssen so schnell wie möglich einem Facharzt zur Behandlung zugeführt werden. Sehr häufig läßt sich die Ursache der Schwerhörigkeit leicht beseitigen oder vermindern. Ist die kindliche Hörstörung jedoch nicht beeinflussbar, so muß das Kind entsprechend dem Untersuchungsbefund zweckmäßig in der Klasse platziert oder auch mit einem Hörgerät versehen werden. Bei stärkerem Defekt ist die Unterrichtung in einer Sonderschule für schwerhörige Kinder angezeigt.

2. Bisherige Hörprüfverfahren und ihre Nachteile

Die ersten Veröffentlichungen, die sich mit der Erfassung der kindlichen Schwerhörigkeit beschäftigen, erschienen schon gegen Ende des vorigen Jahrhunderts. Man bemühte sich seitdem, durch Verbesserung der Untersuchungsmethoden möglichst objektive Ergebnisse zu bekommen.

Die Vielzahl der Verfahren zur Feststellung von Schwerhörigkeiten, die im Laufe der Zeit entwickelt wurden, erklären die Diskrepanz der Resultate. Von 1880 bis 1956 ergibt sich nämlich eine Schwankungsbreite in der Häufigkeit der kindlichen Hörstörungen zwischen 0,7 und 41,2 % !

a) Sprachabstandsprüfung: Bei den ältesten Verfahren zur Untersuchung des Hörvermögens bediente man sich der Flüster- und der Umgangssprache. Die Flüstersprache hat durch die in ihr besonders enthaltenen Zischlaute höhere Frequenzen und wird bei einer Innenohrschwerhörigkeit schlechter gehört. Der Untersuchende stellt sich in einiger Entfernung vom Patienten hin und spricht - langsam näherkommend - Zahlen oder Prüfworte deutlich und möglichst in ei-

ner bestimmten Lautstärke aus. Bei einer Schallleitungsschwerhörigkeit ist eine kleine Differenz zwischen den Hörweiten für Flüster- und Umgangssprache zu erwarten, bei Innenohrschwerhörigkeit (Schallempfindungsstörung) eine große Differenz. HOLMGREN wies die Unzuverlässigkeit des Flüstertests in einer Vergleichsmessung nach. Er führte audiologische Reihenuntersuchungen an mehr als 32000 Schulkindern in Schweden durch und fand:

- Flüstertest: Ein hörgestörtes Kind unter 150
Untersuchten

- Audiometrischer Test: Ein hörgestörtes Kind
unter 30 Untersuchten. FALBE-
HANSEN verglich ebenfalls den Flüstertest mit einem
audiometrischen Verfahren:

- Flüstertest (65 000 untersuchte Kinder): 0,7 %

- Audiometrisches Verfahren (2550 Kinder): 11,6 %

Über ähnliche Ergebnisse berichten auch noch andere Autoren. Als Hauptnachteile der Sprachabstandsprüfung und damit gleichzeitig als Ursachen für die unterschiedlichen Ergebnisse müssen genannt werden: Die verschiedene Sprechweise der Prüfer, Vertäubungsart des Gegenohres, unterschiedliche Raumakustik, qualitative Entstellung des Klangbildes durch Schallrückwürfe von den Raumwandungen beim Sprechen aus größerer Entfernung (LANGENBECK).

Damit zeigt sich eindeutig, daß diese Art der Hörprüfung für Reihenuntersuchungen an Schulkindern ungeeignet ist.

b) Phonographisches Audiometer: Es ist als Vorstufe aufzufassen und steht am Anfang der Schulaudiometrie. 1926 setzte FLETCHER sein phonographisches Audiometer ein. Es bestand aus einem Audiometer mit Grammophonanschluß und einem elektromagnetischen Tonabnehmer.

Mit dem Apparat waren Einzel- oder Gruppenuntersuchungen möglich. Zwei- bis dreistellige Zahlen wurden in abnehmender Tonintensität von 30 bis 0 dB auf Kopfhörer übertragen. Der Nachteil dieser Methode besteht darin, daß Hochtonverluste übersehen werden und das Ergebnis zu günstig ausfällt, weil die Zahlen oft erraten werden können. Verwendet man jedoch Prüfworte, wie es von anderen Befürwortern der Sprachaudiometrie vorgeschlagen wird, so können Defekte am Hörorgan durch Intelligenz, Kombinationsgabe und Situationsverständnis ausgeglichen werden. Die Sprachgehörsprüfung umfaßt nämlich auch seelisch-geistige Fähigkeiten (LANGENBECK), da das Verstehen der Lautsprache eine komplizierte Intelligenzfunktion und nicht nur die Funktion des Hörorgans darstellt.

JOHNSON und NEWBY verglichen die Genauigkeit der phonographischen Audiometrie mit der der Tonaudiometrie durch eine Versuchsreihe: Der phonographische Test auf der Basis der Sprachaudiometrie versagte bei vier von insgesamt fünf untersuchten Kindern; der tonaudiometrische Test dagegen ergab nur bei einem von fünf Kindern ein falsches Ergebnis.

Allerdings finden sich auch heute noch vereinzelt Autoren, die eine mit modernen Mitteln durchgeführte Sprachaudiometrie als geeignete Methode zur Untersuchung besonders der Schulanfänger ansehen. So entwickelte SALAJ einen Zahlentest, wobei die Impulse von einem Magnetophonband über einen Audiometertenuator durch Kopfhörer auf das zu prüfende Ohr geleitet werden. Er stellte fest, daß 10 % der Kinder einen Hörverlust von 15 - 20 dB hatten.

c) Tonaudiometrie: An den zahlreichen Modifikationen, die es auch hier gibt, kann man erkennen, daß es bisher nicht gelungen ist, die ideale Methode zu entwickeln. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die zum Teil miteinander kombiniert werden:

- Gruppenaudiometrie
- Einzelaudiometrie
- Hörschwellenaudiometrie
- Heraussieben (=Screening) von hörgestörten

Kindern aus einer größeren Menge. Es werden die Kinder ausgesondert, die eine bestimmte Standardintensität des Prüftones (15, 20 oder 30 dB) nicht hören können.

Als Methode der Gruppenaudiometrie wurde zeitweilig sehr viel der Massachusetts-Hearing-Test (M.H.T.) von P.W. JOHNSTON angewandt. Bei diesem Test hörten 40 Kinder gleichzeitig über Kopfhörer die Frequenzen 512 Hz (20 dB), 1024 Hz (25 dB), 4096 Hz (25 dB), 8192 Hz (30 dB). Daneben gab es etwas abgewandelte Verfahren wie das von CROATTO und CROATTO-MARTINOLLI (Verwendung von nur drei Prüffrequenzen) oder von NIELSEN in Esbjerg (Prüftöne werden in Morsetechnik gegeben).

Die Methodik der Gruppenaudiometrie weist hauptsächlich folgende Nachteile auf:

- Umfangreiche Apparatur
- relativ lange Einführung der Kinder, bis sie mit dem Untersuchungsgang vertraut sind.
- Unbefriedigende Ergebnisse bei der Untersuchung jüngerer Schulkinder.

Es finden sich jedoch auch heute noch Anhänger der Gruppenaudiometrie. So haben GALIOTTI und GAIA eine Modifikation des Massachusetts-Hearing-Test entwickelt und glauben, daß sie damit gerade eine Möglich-

keit gefunden haben, jüngere Schulkinder in geeigneter Weise audiometrisch untersuchen zu können. Durch geschickte Verwendung von Bildern wollen sie den Untersuchungen mehr den Charakter eines Spiels geben und so Interesse und Aufmerksamkeit des Kindes erhöhen.

Die Einzeltonaudiometrie hat dagegen heute eine solche Vorrangstellung, daß international praktisch nur noch diese Tests verwendet werden. Am gebräuchlichsten ist für schulaudiometrische Zwecke das Heraus-sieben ("Screening") der Kinder, die einen Hörausfall bei einer bestimmten Tonintensität haben. Unter Berücksichtigung der Lärmschwelle im Untersuchungsraum werden alle oder nur einige Frequenzen mit einer konstanten Tonintensität durchgemessen. Dabei gehen hier wieder die Meinungen darüber auseinander, wieviel und welche Frequenzen am besten geprüft werden sollen. Ebenso besteht bei den Autoren keine Einigkeit, welche Intensität für die Prüftöne am geeignetsten ist.

Nach ROE und Mitarbeitern untersuchen in den USA von 705 Untersuchern 61 % alle Frequenzen, 21 % den Sprachfrequenzbereich, während sich der Rest noch anderer Untersuchungsmethoden bedient. Nach Untersuchungen von MILLER und BELLA einerseits und STEVENS und DAVIDSON andererseits genügen für "Screening-Zwecke" die Frequenzen 250, 1000 und 4000 Hz, weil damit die wichtigsten Bereiche des Hörfeldes ausgemessen werden. Darüber hinaus glauben manche Autoren, mit noch weniger Prüffrequenzen zuverlässig audiometrieren zu können. LAWRENCE und RUBIN prüften nur mit 500 und 4000 Hz, EBIHARA mit 1000 und 4000 Hz. Andere Autoren (GLORIG und HOUSE sowie

HANLEY und GADDIE) begnügten sich sogar mit nur einer Frequenz (4 000 Hz). HANLEY und GADDIE untersuchten 228 Schulkinder bei 15 dB und 4 000 Hz und erzielten in 90 % der Schwerhörigkeitsfälle ein positives Ergebnis. Dennoch sollte nach BECKMANN, LIGHTFOOT und anderen die Vereinfachung der Untersuchung bei drei Frequenzen aufhören, da die Ergebnisse sonst doch zu ungenau werden.

3. Bisherige Ergebnisse

Es fällt nicht leicht, die bisherigen Ergebnisse miteinander zu vergleichen, denn selbst bei einem Bekenntnis zur Einzeltonaudiometrie ergeben sich Unterschiede. Dies hängt mit der Art der verwendeten Audiometer zusammen, mit den Frequenzen und den Tonstärken, mit der Vorbildung und Gründlichkeit des Prüfers, mit dem Lärmpegel im Untersuchungsraum, mit der Zusammensetzung der Prüflinge und mit der Grenzziehung, ab wann eine Hörstörung als pathologisch anzusehen ist. Gerade der letzte Punkt ist besonders wesentlich.

Die meisten Autoren sind dazu übergegangen, die Kinder erst als schwerhörig zu bezeichnen, die bei mindestens zwei Frequenzen einen Hörverlust von 15-30 dB haben. Dabei zieht FALBE-HANSEN mit 15 dB die Grenze besonders eng, während CURRY und MARCUS mit 30 dB großzügiger sind. NEWBY und JOHNSON, LYNDELLE, JOHNSTON und LANDIS erkennen auf Schwerhörigkeit, wenn bei zwei oder mehr Frequenzen ein Hörverlust von 20 dB besteht.

Legt man diese Grenzziehung zugrunde, so kommt man doch zu ziemlich übereinstimmenden Ergebnissen. Einen Überblick darüber mag die folgende Tabelle geben:

Autoren	Land	Untersuchte Kinder	Ergebnis
Fabritius	Norwegen		4,2 %
Gallocher	Frankreich		4,0 %
Holmgren	Schweden		3,0 %
Hunt	USA	500 000	5,0 %
Guyot	Schweiz	35 000	4,0 %
Piragine	Italien	7 000	4,84%
Belkin u.Mitarbeiter	USA	51 415	5,0 %
Taniewski u.Mitarb.	Polen	5 100	5,5 %
Link	Deutschland		3,4 %
Schmidt (Sprachaud.)	Deutschland	22 000	4,56%
Beckmann	Deutschland	6 283	4,4-6,0 %

Die Ergebnisse schwanken also zwischen 3 und 6 %. Dagegen wurden 10 - 12 % von den Autoren errechnet, die einen einzigen Frequenzausfall bei 20 dB bereits als Schwerhörigkeit ansahen (BÄNI). Wir werden auf diesen Punkt an anderer Stelle noch einmal zurückkommen.

MELNICK und Mitarbeiter verglichen kürzlich in einer Versuchsreihe an 860 Kindern im Schul- und Vorschulalter das Sieb- oder Ausleseverfahren (=Screening) mit dem Schwellentest und berücksichtigten dabei so weit wie möglich die oben bereits aufgeführten Fehlerquellen: Lärmpegel im Untersuchungsraum, Vorbildung und Gründlichkeit des Prüfers. Man prüfte in einem doppelwandigen Testraum die Frequenzen 500, 1 000, 2 000 und 6 000 Hz bei 10 dB und die Frequenz 4 000 Hz bei 20 dB. Die Grenze für die pathologischen Hörprüfergebnisse lag bei einem Hörverlust von 20 dB in zwei Frequenzen und einem Hördefekt von 30 dB in einer

Frequenz! Die Kinder wurden dem Ausleseverfahren und dem Schwellentest je zweimal unterzogen, und zwar immer abwechselnd. Die Untersuchung begann mit der Ausleseprüfung, die von 176 Kindern nicht bestanden wurde. Von den 176 durchgefallenen Prüflingen zeigten jedoch 51 (= 29 %) ein normales Schwellenergebnis, während von den 684 Kindern, die die Ausleseprüfung einwandfrei geschafft hatten, 18 (= 2,5 %) im Schwellentest kein normales Resultat aufwiesen. Bei einem zweiten Auslese- oder Siebstest versagten von den 176 Schülern wiederum 135. Im Gegensatz zum ersten Versuch (71 %) konnte der pathologische Befund durch die Schwellenhörprüfung in 122 Fällen (= 90,4 %) bestätigt werden. Bei den übrigen 13 Prüflingen fiel der Auslesetest negativ aus, doch war die Hörschwelle normal.

Somit waren 96 % der Kinder richtig beurteilt worden, und nur bei 4 % differierten die Resultate:

- Auslesetest +; Schwellentest - 2,5 %
- Auslesetest-; Schwellentest + 1,5 %

Es wurde oben schon darauf hingewiesen, daß auch die Zusammensetzung der Prüflinge nicht ohne Einfluß auf das Ergebnis bleibt. BECKMANN konnte das durch eine Vergleichsuntersuchung an verschiedenen Schultypen nachweisen: Landschulen, Stadtschulen, Oberschulen, Berufs-, Hilfs- und Blindenschulen. Dabei fallen die Ergebnisse über die Häufigkeit der kindlichen Schwerhörigkeit an den ländlichen Volksschulen und an den Berufsschulen viel höher aus als an Oberschulen oder Volksschulen im Stadtgebiet. Besonders hoch ist der Prozentsatz an der Hilfsschule!

Schulen	Untersuchte Kinder	Schwerhörige Gesamt	%
Volksschulen in Marburg	2663	116	4,4
Volksschulen, ländlich	1156	100	8,6
Höhere Schulen in Marburg	1431	63	4,4
Berufsschulen	752	65	8,6
Hilfsschule Marburg	172	27	15,7
Blindenschule Marburg	109	7	6,4

4. Verringerung der Fehlerbreite

Die Ursachen, die zu unterschiedlichen Audiometrie-
ergebnissen führen, sind oben schon erwähnt worden.
Dabei wurde näher auf die Genauigkeit des Auslese-
(=Screening) und des Schwellenprüfverfahrens sowie
auf die Abgrenzung pathologischen Hörprüfergebnisse
und auf die Auswirkungen eingegangen, die die Zusammen-
setzung der Schülerschaft mit sich bringt. Es handelt
sich dabei nicht um Fehlerquellen, die die Diskrepanz
der Ergebnisse bedingen, sondern vielmehr um Faktoren,
die bei der Beurteilung von Resultaten berücksichtigt
werden müssen. Besser wäre es natürlich, für die Ab-
grenzung der Hörresultate eine international anerkannte
Norm zu schaffen.

Wirkliche Fehler, das heißt tatsächlich falsche Messun-
gen, haben ihre Ursache in der ungenügenden Ausbildung
(SIMONTON und HEDGECOOK) und in der mangelnden Sorgfalt
des Untersuchenden, sowie in der Auswirkung des starken
Störlärms.

Auf der Suche nach Verfahren, die sichere und zuverlässige Ergebnisse bringen, stellt sich immer die Tendenz ein, die Apparatur feiner und komplizierter zu gestalten. Dies wird umso deutlicher, je länger eine Untersuchungsart überhaupt besteht. Im Ausland - wie zum Beispiel in einigen Staaten der USA-, wo schon seit längerer Zeit regelmäßige audiometrische Untersuchungen angestellt werden, geht man mehr und mehr dazu über, möglichst weite Bevölkerungskreise mit einem erheblichen personellen und materiellen Aufwand zuverlässig audiometrisch zu erfassen.

In Deutschland muß die Schulaudiometrie erst eingeführt werden. Man steht vor der Aufgabe, eine Meßtechnik herauszufinden, die zuverlässig und doch nicht mit zu großen Unkosten verbunden ist, weil ein großer Aufwand nicht tragbar ist.

Es empfiehlt sich hier der Auslesetest (=Screening). Nur taucht bei jedem Screening-Verfahren das Problem auf, wie weit man in der Vereinfachung gehen kann, ohne die Genauigkeit der Untersuchungsergebnisse zu gefährden. Auf der einen Seite können Untersuchte fälschlich als hörgestört herausgesiebt werden, wenn bei der Prüfung mit einer Tonintensität von 20 dB unter starkem Störlärm der Prüftön überhört wird. Nicht das Hörvermögen, sondern der Lärmpegel wird dann gemessen. Dies gilt besonders für die unteren Frequenzbereiche von 250 - 500 Hz, die sehr störempfindlich sind. Man kann jedoch auf die Prüfung dieser Frequenzen nicht verzichten, weil gerade in dem Bereich kindliche Schalleitungsstörungen häufig ihr Maximum haben.

Auf der anderen Seite erhebt sich die Frage, wieviele und welche Frequenzen beim Ausleseverfahren geprüft werden müssen, damit keine Hörstörung un-erkannt bleibt. In der internationalen Literatur besteht - wie wir oben bereits feststellen mußten - darüber keine Einigkeit. BECKMANN überprüfte zu dem Zweck 2039 pathologische Audiogramme, ob die Anzahl von 3 Frequenzen für das "Screening" ausreicht und ob die 3 Frequenzen 250, 1 000 und 4 000 Hz dafür günstig ausgewählt sind. Er fand, daß nur 58 Hörstörungen der Drei-Frequenzaudiometrie entgangen wären. In 30 Fällen handelte es sich um einen isolierten Hochtonverlust oberhalb von 4 000 Hz, der im Kindesalter kaum eine Rolle spielt. Daher sind von dieser Seite gegen ein audiometrisches Ausleseverfahren mit den drei genannten Frequenzen keine Einwände zu erheben.

II. Die Bedeutung des Umgebungslärmes

=====

1. Der Störlärm in der Schule

ARNDT führte in den Klassenräumen des 1. und 3. Schuljahres während der Schulstunden Lautstärkemmessungen durch. Demnach herrscht - vor allem in Klassen mit Schulanfängern - ein Durchschnittslärmpegel von 50 - 60 dB. Der Lärm setzt sich aus Nutzschall und Störschall zusammen. Unter Nutzschall ist der Schall zu verstehen, der durch den Schulbetrieb im Klassenraum entsteht: Scharren mit den Stühlen, Papierknistern, Heftblättern, Antworten einzelner Schüler, Aufstehen und Hinsetzen; der Störlärm rührt im wesentlichen aus dem Straßenverkehr und aus dem Treiben auf dem Schulhof her.

Bei audiometrischen Messungen in der Schule kann man den Nutzschall weitgehend dadurch ausschließen, daß man nicht in dem Raum untersucht, in dem sich die ganze Klasse befindet. Besser führt man die audiometrische Untersuchung in einem gesonderten Raum durch. Bei Schulneubauten wäre es für die Zukunft erstrebenswert, ein Arztzimmer einzuplanen, das durch Doppeltüren besonders gegen die Einwirkung des Störlärms bei der ärztlichen Untersuchung geschützt ist. Auf jeden Fall ist es wichtig, daß die Kinder nicht bei Anwesenheit sämtlicher Klassenkameraden untersucht werden. Man führt die Prüflinge in den Untersuchungsraum. Eine kurze Erklärung weckt meistens - sogar bei den Jüngeren - das Interesse; und auch die Unruhe legt sich, die die Klasse ergreift, sobald es bekannt wird, daß "die Ohren nachgesehen werden sollen".

Anders verhält es sich mit dem Lärm, der von außen hereindringt, oder als Körperschall des Bauwerks die Untersuchung stört. Ihm muß durch eine Apparatur mit geeigneter Schallabschirmung begegnet werden.

2. Ausschaltung des Störlärms durch Schallabschirmung

Der Störlärm ist charakterisiert durch den Gehalt an tiefen Frequenzen, und zwar - wie schon erwähnt worden ist - der Bereich zwischen 250 und 500 Hz. Die Erfassung des Hörvermögens in diesem Frequenzgebiet gestaltet sich besonders schwierig. Man kann jedoch nicht darauf verzichten, diese Frequenzen zu prüfen, da sonst kindliche Schalleitungsschwerhörigkeiten unerkannt bleiben würden. Audiometrische Untersuchungen erst von 1000 Hz an aufwärts führen zu falschen Ergebnissen.

Man muß daher versuchen, den Störlärm durch eine wirk-
same Schallabschirmung auszuschalten. Wir führten
eine audiometrische Vergleichsuntersuchung durch und
verwendeten dabei zwei Audiometer mit verschiedener
Schallabschirmung. Bei dem einen Gerät handelte es
sich um das Quick-Check-Audiometer der Firma Aditone;
die zweite Untersuchung wurde mit dem dänischen Madsen-
Audiometer gleich anschließend an denselben Schulkin-
dern durchgeführt, die vorher mit dem Quick-Check-Au-
diometer geprüft worden waren. Zu dem Madsen-Audiome-
ter gehört ein Spezialdoppelkopfhörer, während bei dem
Quick-Check-Audiometer eine gewisse Absicherung gegen
den Umgebungslärm durch die Gummipelotte eines einfa-
chen Audiometrie Hörers gegeben ist. Die Dämpfungsdaten
der Abschirmmuschel und auch des Doppelkopfhörers waren
von den Firmen angegeben. Demnach war bei dem Spezi-
aldoppelkopfhörer des Madsen-Audiometers eine wesent-
lich bessere Schallabschirmung zu erwarten als durch
die einfache Gummipelotte des Quick-Check-Audiometers.

Bei unserer Vergleichsuntersuchung wurde zunächst der
Prozentsatz der Kinder bestimmt, die bei der Untersu-
chung mit dem Quick-Check-Audiometer einen Hörverlust
aufwiesen. Alle diese Kinder wurden an Ort und Stelle
mit dem Madsen-Audiometer nachgeprüft. So wurde die
Zahl der Schüler ermittelt, die unter der Einwirkung
des Umgebungslärmes die Prüftöne überhörten, aber bei
besserer Schallabschirmung ein normales Hörvermögen
hatten. Gleichzeitig hielten wir die Prüffrequenz
fest, die von den Auswirkungen des Störlärms beson-
ders häufig betroffen waren. Bestätigte sich ein Hör-
defekt bei der Nachuntersuchung mit dem Madsen-Audio-
meter, so stellten wir - über das "Screening-Verfahren"
hinausgehend - das Ausmaß der Hörstörung fest.

III. Vergleichsmessung mit dem Quick-Check- und dem
=====

Madsen-Audiometer

=====

1. Die Audiometer und ihre Schallabschirmung

Es wurde eine Vergleichsmessung durchgeführt, damit die bessere Schallabschirmung durch den Madsen-Spezial-Doppel-Kopfhörer und die Auswirkung auf das Untersuchungsergebnis nachgewiesen werden konnten.

a) Quick-Check-Audiometer

Es handelt sich um ein vereinfachtes Dreifrequenz-Audiometer zu Screeningzwecken, das nur 7 x 7 x 9 cm groß ist und überall mitgenommen werden kann (BECK - MANN). Seitlich am Gerät befindet sich eine Drucktaste zum Auslösen der Prüftöne. An der Rückwand sind die beiden Schalter zur Einstellung der Frequenzen und der Lautstärken angebracht.



Abb. 1: Quick-Check-Audiometer der Firma Aditone

Es können die Frequenzen 250, 1 000 und 4 000 Hz sowie die Tonstärken 20, 40 und 60 dB gegeben werden. Die Betriebsenergie wird einer kleinen Batterie entnommen, die eine lange Lebensdauer hat, weil der Strom nur fließt, wenn die Tontaste betätigt wird.

Bei der Prüfung wird die Einwirkung des Störschalls auf das Gegenohr durch eine Schallabschirmmulde abgeschwächt. Hierzu dient die Gummipelotte eines Audiometrie Hörers, die mit einem Holzgriff versehen ist. Sie wird an dem Griff gehalten und gegen das Ohr gedrückt.

Nach den Angaben der Firma Aditone liegt die dämpfende Wirkung des Audiometrie Hörers für das Frequenzgebiet von 250 Hz bei 15 - 17 dB, für 1 000 Hz bei etwa 25 dB und für 4 000 Hz etwas über 25 dB. So ist der Störschall zwar etwas gemildert, aber in den kritischen unteren Frequenzbereichen erreicht die Dämpfung nicht die 20 dB-Grenze. Damit bleibt das Problem hier weiterhin ungelöst, wie bei einem Ausleseverfahren (Screening) mit 20 dB Tonintensität unter großem Lärm ein Überhören der Prüftöne - und damit ein Messen des Lärmpegels - verhindert werden kann.

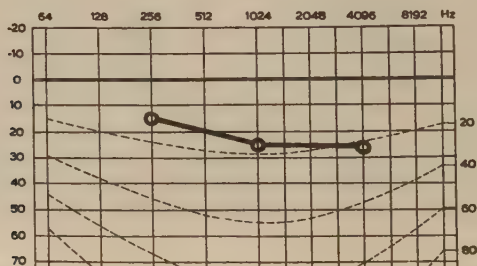


Abb. 2: Schalldämpfungsdaten des Audiometrie Hörers

b) Madsen-Audiometer

Dieses Gerät ist 17 x 20 x 35 cm groß und in einem handlichen tragbaren Kasten untergebracht. Es können bei der Luftleitung insgesamt sieben Frequenzen geprüft werden:

Frequenzen (Hz)	Max. Lautstärken (dB)
125	80
250	90
500	110
1000	110
2000	110
4000	100
8000	90

An je einem Drehschalter können die gewünschten Tonstärken (links) und die gewünschten Frequenzen (rechts) eingestellt werden. Fünf weitere Drucktasten sind übersichtlich in einer Reihe angeordnet. Das rechte oder das linke Ohr kann nur getrennt eingeschaltet werden. Sobald nämlich das eine Ohr eingeschaltet ist, rastet die Drucktaste für das Gegenohr aus.

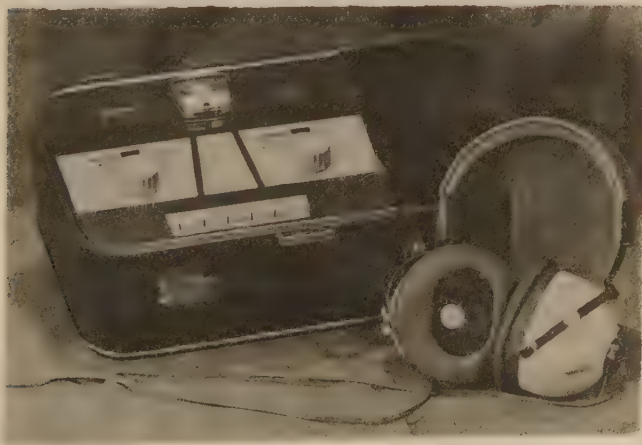


Abb. 3: Madsen-Audiometer

Der Prüftön wird endgültig auf das zu prüfende Ohr gegeben, wenn der Tonunterbrecher betätigt wird. Gleichzeitig zeigt ein übersichtlich angebrachtes Voltmeter an, daß die Batterie in Ordnung ist. Es besteht die Spannung von 7 - 9 Volt, wenn der Zeiger auf eine besonders markierte Stelle der Skala weist. Damit hat der Untersuchende bei jedem Prüftön sofort die Kontrolle, daß in dem Augenblick der Ton wirklich und auch in der eingestellten Intensität gegeben wird. Neben der Drucktaste für den Tonunterbrecher - oder besser: Tongeber - sind weitere Drucktasten angebracht, und zwar je eine für das rechte (mit rotem Punkt markiert) und für das linke Ohr (mit blauem Punkt markiert), sowie für die Knochenleitung (von uns nicht verwendet) und für die Stromentnahme aus der Batterie. Das Gerät hat keinen Netzanschluß. Da es sich jedoch um ein Transistor-Audiometer handelt, kann die Batterie lange verwendet werden.



Abb. 4: Untersuchung mit dem Madsen-Audiometer

Der Prüftton wird aus dem Madsen-Audiometer durch einen Spezialdoppelkopfhörer auf das zu prüfende Ohr übertragen. Der schalldämpfende Kopfhörer ist in erster Linie entwickelt worden, um die Durchführung genauer audiometrischer Untersuchungen auch bei Störlärm zu ermöglichen. Die Kopfhörerdeckel haben auf ihrer Innenseite eine Schicht aus schalldämpfendem, elastischem Schaumgummi. Die Ränder sind dick mit Kunststoff ausgepolstert. Die Ohrmuschel befindet sich dank dieser Konstruktion frei in einem luftdicht abgeschlossenen geräuschkämpfenden Kissen, das die Ohrmuschel in Form einer Halbkugel umgibt. Ein weiches und gut verstellbares Kopfband sorgt dafür, daß die Kopfhörer sicher und fest dem Kopf anliegen.

Nach den Angaben der Firma Madsen haben die Kopfhörer folgende schalldämpfende Wirkung: Der Störschall wird verringert durch eine Dämpfung, die mit 40 dB im Frequenzgebiet zwischen 500 und 4000 Hz ihr Maximum hat. Ein Vergleich mit den Dämpfungsdaten des Audiometriehörers beim Quick-Check-Audiometer zeigt deutlich die bessere Schallabschirmung beim Madsen-Audiometer.

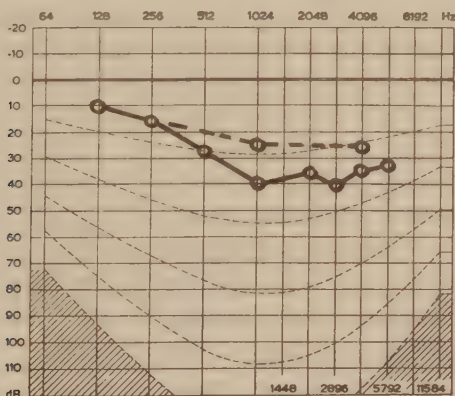


Abb. 5: Schalldämpfkurve des Spezial-Doppel-Kopfhörers beim Madsen-Audiometer im Vergleich zu den Dämpfungsdaten des Audiometriehörers beim Quick-Check-Audiometer.

2. Praktische Durchführung

Bei beiden Meßvorgängen - sowohl beim Quick-Check- als auch beim Madsen-Audiometer - handelte es sich um eine Ausleseuntersuchung (=Screening). Das bedeutet, daß aus einer größeren Zahl normalhöriger Kinder die Schwerhörigen herausgesiebt werden. Dabei geht das Prüfverfahren über das normale "Screening" insofern hinaus, als das Ausmaß des Hördefektes mit Hilfe des Madsen-Gerätes präzisiert wird. Doch darüber ist im folgenden noch ausführlicher zu berichten.

a) Untersuchungsraum: Die Untersuchungen wurden an mehreren Schulen in einem jeweils möglichst ruhigen Raum durchgeführt. Die Kinder kamen meistens in Gruppen zu fünf. Die Schüler, die noch warten mußten, setzten sich auf eine Stuhlreihe in einem bestimmten Abstand vom Audiometrieapparat. Der Prüfling nahm dagegen so Platz, daß er seinen Klassenkameraden den Rücken zukehrte. Damit war es dem Untersuchenden bei der Prüfung mit dem Madsen-Audiometer möglich, gleichzeitig den Prüfling und die übrigen Kinder im Auge zu behalten.

b) Anweisung an den Prüfling: Es hat sich immer- und besonders bei den ersten beiden Schuljahrgängen sehr günstig ausgewirkt, wenn man den Kindern den Sinn und die Art der Hörprüfung möglichst ausführlich erklärte. Wir fanden es einfacher, wenn die Kinder das erste Hören des "Tönchens" mit einem "Ja" und das Verschwinden mit einem "Nein" anzeigten. Bei den kurzen Worten wurde das Hören durch die eigene Lautproduktion kaum gestört. Dagegen vergaßen die Kinder häufig beim Kommen oder Verschwinden des Prüftones den Arm zu heben oder zu senken.

c) Handhabung der Geräte und Prüfungsvorgang: Die Untersuchung wurde bei jedem Kind mit dem Quick-Check-Audiometer begonnen. Bei einem normalhörigen Kind war eine Nachuntersuchung mit dem Madsen-Audiometer

nicht erforderlich. In solchen Fällen, auch wenn der Prüfling über den Zweck und den Ablauf der Untersuchung orientiert war, dauerte eine Prüfung etwa eine Minute.

Der Untersucher stellte sich hinter den Prüfling mit dem Quick-Check-Audiometer, damit nicht der Druck auf die Prüftaste unter Umständen gesehen werden konnte. Es wird zunächst das rechte bzw. das besser hörende Ohr geprüft, wenn das Kind bereits auf einem Ohr eine Hörschwäche festgestellt hat. Die Prüfung beginnt bei 4 000 Hz mit 20 dB, weil die Erfahrung gezeigt hat, daß die Gefahr des Überhörens in diesem Frequenzbereich am geringsten ist. Das Gegenohr wird mit der Schallabschirmmulde abgedeckt, das Audiometer wird mit leichtem Druck angesetzt und ganz sanft die Drucktaste betätigt. Dabei ist darauf zu achten, daß sich der Druck nicht auf das ganze Gerät überträgt und das Kind nicht auf den Ton, wohl aber auf den Druck reagiert. Durch Betätigung des Frequenzschalters mit dem Zeigefinger ist es möglich, alle drei Frequenzen nacheinander zu messen, ohne daß das Gerät abgesetzt wird. Die Prüftöne werden nach Länge und zeitlichem Abstand verschieden gegeben, damit sich das Kind nicht an einen bestimmten Rhythmus gewöhnt.

Nach dem Ansetzen des Gerätes wartet man am besten einen Augenblick. Denn oft entsteht durch das Audiometer an der Ohrmuschel ein Reibegeräusch, an das sich das Kind erst gewöhnen muß. Dieses Reibegeräusch darf jedenfalls nicht mit dem Prüftönen verwechselt werden.

Vielen Kindern fällt es schwer, den Augenblick richtig anzugeben, in dem sie den Ton nicht mehr hören. In diesen Fällen muß man umso genauer prüfen, ob der

Toneinsatz gehört wird. Dabei ist auch zu bedenken, daß mindestens 0,5 - 1 sec verstreicht, ehe das Signal "Ja" kommen kann. LANGENBECK stellte darüber folgende Berechnung auf:

0,3 - 0,5 sec "Einschwingzeit" des Labyrinths
+ 0,2 - 0,5 sec Reaktionszeit

0,5 - 1 sec

=====

Erst nach dieser Zeit hat der Ton seine volle Lautheit im Labyrinth entwickelt ("Einschwingzeit"), und kann der Patient auf diesen Ton reagieren.

Es ist auch möglich, daß ein Kind den Toneinsatz nicht richtig angibt und dennoch nicht schwerhörig ist. Es gibt dafür zwei Möglichkeiten:

1. Das Kind hat einfach vergessen, den Ton durch das Signal "Ja" zu melden. In einem solchen Fall muß man mit einem lauterem Ton, den das Kind bestimmt hört, üben, den Toneinsatz und sein Verschwinden zu melden.
2. Das Kind kennt den Ton nicht und weiß daher nicht, daß es jetzt melden muß. Es empfiehlt sich dann, das Kind auf einen lauten Ton deutlich hinzuweisen. Mit dem Hinweis, daß das "Tönchen" nun immer leiser werde, kehrt man langsam zur Intensität von 20 dB zurück.

Wir machten die Erfahrung, daß es - besonders in den Klassen mit Schulanfängern - in jedem Falle eine Zeitersparnis ist, wenn die Kinder probeweise einen "Piepton" zu hören bekommen. Wir stellten zu diesem Zweck mit dem Quick-Check einen Ton von 60 dB bei 4 000 Hz ein. Diesen Ton konnten die Kinder gut hören, und in der Gruppe wurden dann gemeinsam die Signale bei "Kommen" und "Gehen" des "Tönchens" geübt. Kinder, die nun nicht alle Frequenzen mit Quick-Check hören konnten, wurden an Ort und Stelle

mit dem Madsen-Audiometer nachgemessen.

Bei der Anwendung des Madsen-Audiometers mußte man auf den guten Sitz der Kopfhörer achten: Ohrmuschel gut vom Kopfhörer überdeckt und die Randpolster dem Schädelknochen fest und gleichmäßig anliegend! Das Audiometer selbst wurde schräg gestellt, damit das Kind durch den ausschlagenden Zeiger des Voltmeters den Ton nicht erraten konnte. Wie bei dem Test mit dem Quick-Check wurde mit dem rechten Ohr begonnen - und zwar bei 4000 Hz -, wenn das Kind das rechte Ohr nicht als schlechter angegeben hatte. Auch hier wurde der Ton in unregelmäßigen Abständen gegeben, damit sich der Prüfling nicht an einen Rhythmus gewöhnen konnte.

d) Vorteile des Madsen-Audiometers

Schon nach relativ kurzer Zeit zeigten sich die Vorteile dieses Gerätes gegenüber dem Quick-Check. So ist die Untersuchung für den Prüfer deshalb sehr viel angenehmer, weil er dem Prüfling gegenüber sitzt und ihn beobachten kann. Auch die übrigen Kinder können auf diese Weise laufend im Auge behalten werden. Die Untersuchung ist auch nicht so anstrengend, da sie nicht wie beim Quick-Check stehend durchgeführt werden muß. Zudem braucht sich das Kind nicht an Reibegeräusche zu gewöhnen, da die Kopfhörer, über die die Tonübertragung erfolgt, dem Kopf fest anliegen. Das Madsen-Audiometer erlaubt eine Tonintensitätsabstufung um 5 dB zwischen den einzelnen Stufen, so daß ein Hördefekt sehr genau angegeben werden kann.

e) Aufzeichnung des Ergebnisses

Ein nachgewiesenes Hörvermögen bei der Tonintensität von 20 dB wurde mit der Ziffer 2 festgehalten. Also bedeutete die Zahlenformel 2,2,2; ein normales Hörvermögen in allen geprüften Tonhöhen (250, 1000 und 4000 Hz).

Konnte ein Kind eine oder mehrere Frequenzen mit Quick-Check nicht hören, so wurde lediglich der Ausfall in den betreffenden Frequenzen registriert, also zum Beispiel: 2,-,-! Das Ergebnis prüften wir dann mit dem Madsen-Audiometer nach und präzisierten den Hördefekt beispielsweise: 2,3,6! Dies würde ein zunehmender Hörverlust zu den hohen Frequenzen hin bedeuten, nämlich, daß der Prüfling 1000 Hz erst mit 30 dB und 4000 Hz erst mit 60 dB gehört hat. In vielen Fällen wurden jedoch eine oder mehr Frequenzen bei der Untersuchung mit Quick-Check nicht gehört, während die Nachuntersuchung am gleichen Ort und unter gleichen Bedingungen mit dem Gerät der Firma Madsen ein normales Hörvermögen für beide Ohren ergab (2,2,2; und 2,2,2;). Diese Fälle häuften sich, wenn der Untersuchungsraum dem Straßen- oder Pausenlärm ausgesetzt war. Meistens war eine Fortsetzung der Untersuchungen während der Pause mit dem Quick-Check nicht möglich, weil die Kinder besonders die Frequenzen 250 und 1000 Hz überhörten. Besonders im Bereich dieser Frequenzen machte sich die bessere Schallabschirmung bei Madsen deutlich bemerkbar.

3. Abgrenzung der pathologischen Hörprüfergebnisse

Leider ist dafür noch keine einheitliche Norm geschaffen worden. Wie wir oben schon feststellten, ist die unterschiedliche Auffassung der einzelnen Autoren, von welchem Hörausfall an ein Kind als schwerhörig anzusprechen ist, ein weiterer Grund für die Schwankungsbreite in den Ergebnissen über die prozentuale Häufigkeit kindlicher Hörstörungen.

Wir hielten uns bei unseren Untersuchungen an den allgemeinen Maßstab, daß Kinder erst als hörgestört angesehen wurden, wenn sie zwei Prüftöne bei 20 dB

Tonstärke auf einem Ohr nicht hören konnten. In der weiteren Einteilung, die sich mit dem Ausmaß der Hörstörung befaßt, galten für uns die Richtlinien, die auch viele andere Autoren ihren Einschätzungen zugrunde legen:

- Leichtgradige Schwerhörigkeit bis etwa 30 dB Hörverlust!
- Mittelgradige Schwerhörigkeit bis etwa 60 dB Hörverlust!
- Hochgradige Schwerhörigkeit bei über 60 dB Hörverlust!

Dementsprechend stuften wir unsere Hörformeln wie folgt ein:

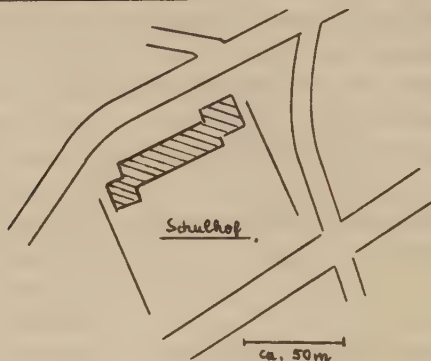
- a) leichtgradige Schwerhörigkeit: 2,4,4; 4,4,2;
4,4,4; 2,2,6;
- b) mittelgradige Schwerhörigkeit: 2,4,6; 2,4,0;
4,4,6; 4,6,4;
4,4,0; 4,6,6;
6,6,4;
- c) hochgradige Schwerhörigkeit: 2,6,0; 4,6,0;
2,0,0; 4,0,0;
6,0,0; 0,6,6;
6,6,0; 6,0,6;
6,6,6; 0,0,6;
0,0,0;

Das Madsen-Audiometer mit seiner feineren Abstufung der Prüfntonintensitäten ermöglichte es uns, durch Einführung von Zwischenwerten wie 3 und 5 (nachgewiesenes Hörvermögen bei 30 und 50 dB) den schulaudiometrischen Befund genauer abzugrenzen. So wurden Kinder, deren Untersuchung 2,3,3; 3,3,2; oder 3,2,3 ergeben hatte, nicht zur Nachuntersuchung in die Klinik bestellt.

4. Lage und Milieu der einzelnen Schulen, Untersuchungsbedingungen und Ergebnisse

Es lag uns sehr daran, bei der Beurteilung unserer Untersuchungsergebnisse die Verkehrslage der Schule, die Bauart des Schulhauses (Alt- oder Neubau), die Zusammensetzung der Schüler und die Untersuchungsbedingungen in der Schule mitzuberechnen. Daher soll im folgenden auf die einzelnen Schulen näher eingegangen werden.

a) Emil-v.-Behring-Schule



Die Schule liegt am Rande der Marburger Altstadt zwischen zwei Straßenzügen. Eine der beiden Straßen ist ziemlich stark befahren. Das Schulgebäude wurde in den 50 iger Jahren erbaut. Das Einzugsgebiet der Schulkinder ist durchweg die Altstadt. Neben den Volksschulklassen wird ein vollständiger Realschulzug geführt. Die Kinder, die dazu gehören, wurden ebenfalls von uns untersucht.

Untersuchungsraum war die geräumige Bibliothek der Schule. Allerdings störte der Verkehrslärm auf den beiden Straßen, die an dem Schulgrundstück vorbeiführen, und der Pausenlärm auf dem Schulhof zum Teil empfindlich.

Wir untersuchten an dieser Schule 511 Kinder. Davon gehörten 340 zur Volksschule und 171 Kinder zur Mittelschule. 20 Kinder wiesen einen Hörverlust auf und wurden zur klinischen Nachuntersuchung bestellt.

	Untersuchte Kinder	Schwerhörige Jungen Mädchen	Gesamt	%
E.-v.-Behring- Schule	511	10 10	20	3,9

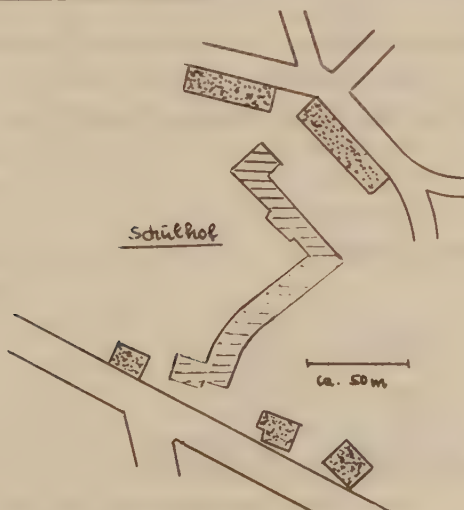
Außer den 20 schwerhörigen Kindern mußten weitere 34 Kinder mit dem Madsen-Audiometer nachuntersucht werden, weil sie die Prüftöne aus dem Quick-Check-Audiometer bei einer Tonstärke von 20 dB nicht hören konnten.

<u>Überhören mit Quick-Check</u>					
ein- seitig	beid- seitig	zusammen Kinder	%	von 1 Frequenz Kinder	%
19	15	34	6,6	19	3,7

Das Überhören verteilt sich auf die einzelnen Prüffrequenzen wie folgt:

250 Hz: 29 x
1000 Hz: 25 x
4000 Hz: 8 x

b) Brüder-Grimm-Schule



Die Brüder-Grimm-Schule besitzt einen weitläufigen,

modernen Neubau im Südosten an der Peripherie der Stadt. Die Schule hat eine ruhige Lage und ist durch Wohnhäuser vom Straßenlärm abgeschirmt. Die Schulkinder kommen aus dem alten Stadtteil Weidenhausen und dem Ortenberg-Wohngebiet, das wohl zu den besten Wohngebieten Marburgs gehört.

Als Untersuchungsraum diente ein kleines Zimmer neben der Turnhalle. Pausen- und Straßenlärm machte sich dort kaum bemerkbar. Doch störte während der Sportstunden der Lärm aus der angrenzenden Turnhalle ein wenig. Wir kamen zu folgenden Ergebnissen:

Brüder-Grimm-Schule	Untersuchte	Schwerhörige		%
	Kinder	Jungen	Mädchen	
	354	6	7	13
				3,67

Neben den 13 Kindern, die als schwerhörig ausgesondert wurden, mußten 15 weitere Kinder mit dem Madsen-Audiometer untersucht werden. Dabei stellte sich wieder heraus, welche Frequenzen mit dem Quick-Check-Audiometer überhört wurden, und wie oft die einzelnen Frequenzen betroffen waren.

<u>Überhören mit Quick-Check</u>					
einseitig	beidseitig	zusammen		von 1 Frequenz	
		Kinder	%	Kinder	%
9	6	15	4,2	7	2

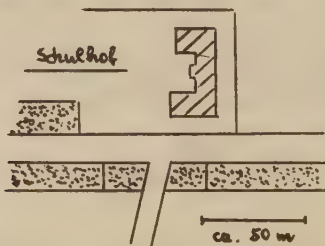
Verteilung auf die einzelnen Frequenzen

250 Hz: 12 x

1000 Hz: 7 x

4000 Hz: 5 x

c) Otto Ubbelohde-Schule



Das Schulgebäude der Otto-Ubbelohde-Schule stammt noch aus dem vorigen Jahrhundert. Es liegt im Süden des engeren Stadtgebietes. Ein leerstehendes Klassenzimmer stand für die Untersuchungen zur Verfügung. Leider drang von der vorbeiführenden Schulstraße der Verkehrslärm direkt in den Untersuchungsraum. Auch der Lärm, der durch den Schulbetrieb hervorgerufen wurde, störte zum Teil erheblich, denn er hallte in den hohen Räumen wider. Es wurden an dieser Schule 205 Kinder untersucht. Die Tabellen zeigen die Ergebnisse.

	Untersuchte Kinder	Schwerhörige Jungen Mädchen		Gesamt	%
Otto-Ubbelohde-Schule	205	4	3	7	3,4

An dieser Schule mußten weitere 23 Kinder mit dem Madsen-Audiometer nachuntersucht werden, weil sie eine oder mehrere Frequenzen mit Quick-Check überhörten.

		Überhören mit Quick-Check			
einsei- tig	beidsei- tig	zusammen Kinder	%	von 1 Frequenz Kinder	%
12	11	23	11,2	8	3,9

Die einzelnen Frequenzen waren folgendermaßen betroffen:

250 Hz: 20 x
1000 Hz: 14 x
4000 Hz: 5 x

Dabei hatte sich der starke Störlärm bei der Untersuchung mit dem Quick-Check auf die Genauigkeit der Ergebnisse sehr nachteilig ausgewirkt.

d) Gerhart-Hauptmann-Volksschule

Die Schule gehört zu einer ganz neuen Wohnsiedlung am Stadtrand von Marburg und wurde erst in den Jahren 1963/64 erbaut. Sie ist sehr ruhig und abseits von Durchgangsstraßen gelegen. Es handelt sich um eine sogenannte Grundschule, die nur die ersten vier Volksschulklassen führt.

Die Untersuchungen fanden im Musikraum bei sehr geringem Lärmpegel statt. 286 Kinder wurden untersucht.

	Untersuchte Kinder	Schwerhörige		Gesamt		%
		Jungen	Mädch.			
Gerhart-Hauptmann-Sch.	286	7	3	10	3,5	

Weitere 8 Kinder überhörten die Prüftöne mit dem Quick-Check-Audiometer, und zwar 3 Kinder einseitig und 5 Kinder beidseitig. In drei Fällen war nur eine Frequenz betroffen.

<u>Überhören mit Quick-Check</u>				
einseitig	beidseitig	Gesamt	1 Frequenz	
3	5	8 Kinder = 2,8%	3 Kinder = 1%	

Das Überhören verteilte sich auf die einzelnen Frequenzen wie folgt:

250 Hz: 5 x

1000 Hz: 6 x

4000 Hz: 3 x

Auch hier führen die unteren Frequenzen eindeutig vor der Frequenz 4000 Hz; sie sind wesentlich empfindlicher gegen den Störlärm.

IV. Auswertung und Beurteilung

1. Alter der Kinder und Art der Schulen

Bei unseren Untersuchungen hatten wir Wert darauf gelegt, daß Kinder aller Altersstufen - und besonders auch die Schüler des 1. und 2. Schuljahres - erfaßt wurden. Die Untersuchung erwies sich als nicht schwierig, wenn man die Kinder durch eine vorhergehende Einführung mit dem Gerät vertraut gemacht hatte. Besonders bei den Jungen wurde das Interesse durch die Kopfhörer des Madsen-Audiometers geweckt. Wir hatten damit die Gewähr, daß Prüftöne infolge Zerstretheit kaum überhört wurden. Wir untersuchten an jeder der aufgeführten Schulen alle Klassen. Somit lag das Alter der Kinder zwischen 6 und 15 Jahren. Die Untersuchung an den Jüngeren war etwas langwieriger, während die älteren Schüler im allgemeinen leichter zu prüfen waren.

Abgesehen vom Realschulzweig der Emil-v.-Behring-Schule (171 Kinder) kamen alle Schüler aus Volksschulen im Stadtgebiet Marburgs.

2. Häufigkeit, Seitigkeit und Grad der Störung

Bei Betrachtung der Untersuchungsergebnisse an allen Schulen zusammen gelangten wir zu folgendem Überblick:

Schulen	Untersuchte Kinder	Schwerhörige		Gesamt	%
		Jungen	Mädchen		
4	1356	27	23	50	3,7

Somit war bei 3,7 % aller Schulkinder eine Hörstörung gefunden worden. Ein wesentlicher Unterschied in der Häufigkeit zwischen Jungen und Mädchen wurde nicht festgestellt.

Ebenfalls hielten sich die einseitigen und die beidseitigen Störungen die Waage. Das linke Ohr war etwas häufiger betroffen als das rechte. Einen Grund dafür konnten wir nicht finden.

Seitigkeit der Hörstörungen:

- a) einseitig: 24 x
- b) beidseitig: 26 x
- c) rechtes Ohr: 35 x
- d) linkes Ohr: 41 x

Das Ausmaß der Hörstörungen mußte in den 50 Fällen folgendermaßen bewertet werden:

- a) leichtgradige Schwerhörigkeit: 33 x = 2,4 %
- b) mittelgradige Schwerhörigkeit: 15 x = 1,1 %
- c) hochgradige Schwerhörigkeit: 2 x = 0,15%

50 x = 3,7 %
=====

Bei der kindlichen Schwerhörigkeit ist also die leichtgradige Form vorherrschend.

3. Auswirkungen des Lärmpegels

Bei unseren Untersuchungen wollten wir zeigen, daß durch eine wirksame Schallabschirmung die Ergebnisse genauer und insgesamt günstiger ausfallen. Vielfach war der Lärmpegel so hoch, daß die Kinder trotz normalem Hörvermögen die Prüftöne überhörten und so zu unrecht in den Verdacht kamen, schwerhörig zu sein. Dies lag daran, daß sich die Schallabschirmung durch den Audiometrie Hörer beim Quick-Check-Audiometer als unzureichend erwiesen hatte. Bei starkem Störlärm wurde nicht das Hörvermögen, sondern bestenfalls der Lärmpegel im Untersuchungsraum gemessen. Bei unserer Vergleichsmessung notierten wir die Fälle, in denen die Schüler mit dem Quick-Check-Audiometer die Prüftöne überhörten, nicht aber bei der gleich anschließenden Kontrolluntersuchung mit dem Madsen-Audiometer.

Dabei hielten wir im einzelnen fest, ob einseitig oder beidseitig überhört wurde, und um welche Frequenzen es sich dabei handelte. Aus bestimmten Gründen, auf die wir später noch näher eingehen werden, vermerkten wir auch, wieviel Kinder nur eine Frequenz überhört hatten. An allen Schulen zusammen kamen wir zu folgendem Endresultat:

Überhören der Prüftöne mit dem Quick-Check-Audiometer

	<u>absolut</u>	<u>%</u>
- einseitig	43	
- beidseitig	37	
- gesamt	80	5,9
- 250 Hz	66	
-1000 Hz	52	
-4000 Hz	21	

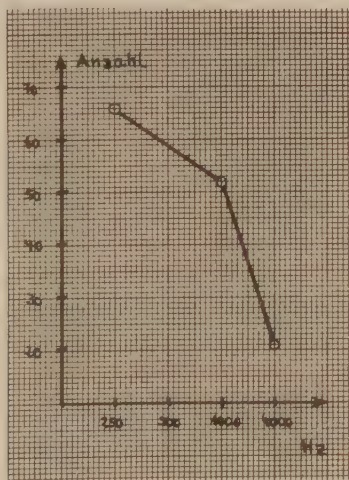


Abb. 6: Verteilung des lärmbedingten Überhörens in den einzelnen Frequenzbereichen.

Aus dem Diagramm geht hervor, daß ein Überhören gehäuft in den unteren Frequenzen auftritt. Die Frequenz 4000 Hz ist eindeutig weniger betroffen als 250 Hz. Damit wird die Erfahrung bestätigt, daß die unteren Frequenzen gegenüber dem Störlärm besonders empfindlich sind.

Wir erwähnten bereits, daß die Kinder, die nur eine Frequenz mit dem Quick-Check-Audiometer überhörten, gesondert aufgeführt wurden. Diese Kinder sonderte man auch in früheren Messungen (BECKMANN) nicht als schwerhörig aus (Hörformeln: 2,4,2; 4,2,2; oder 2,2,4). Bei audiometrischen Ergebnissen dieser Art wird jedoch wieder das Kardinalproblem jeder "Screening-Methode" akut: Wann werden die Untersuchungen auf Grund der Vereinfachung ungenau, und ist es vertretbar, erst ab Hörausfällen in zwei Frequenzen auf Schwerhörigkeit zu erkennen, ohne daß eine isolierte Hörsenke übersehen wird? Es gibt vereinzelte Stimmen, die eine klinische Nachuntersuchung bereits bei einem Hörverlust von 15 - 20 dB in einer Frequenz fordern. Doch die Mehrheit der Autoren wertet Hördefekte nur ab 20 dB in zwei Frequenzen als Schwerhörigkeit. Dieses Verhalten rechtfertigt man damit, daß geringe Befunde in einer einzigen Frequenz einmal in erzieherischer und sozialer Hinsicht keine Rolle spielen (BECKMANN) und zum anderen der recht hohe Lärmpegel manchen Schulprüfraumes dafür verantwortlich zu machen sei.

Durch unsere verbesserte Schallabschirmung konnte der Störlärm in seiner Auswirkung weitgehend ausgeschaltet werden. Mit dem Madsen-Audiometer gelang der Nachweis, daß das Überhören in einer Frequenz lärmbedingt war. Wir führten diese Fälle - es waren 37 - gesondert auf, weil wir sie von der Zahl der Prüflinge abziehen wollten, die zwei oder alle Prüffrequenzen

infolge des Störlärms überhört hatten. So war es uns möglich, in etwa eine Vergleichszahl darüber zu bekommen, wieviel Schüler ohne Lärmabschirmung fälschlich als schwerhörig ausgesondert worden waren. Wir errechneten die Zahl 43 (= 3,2 %).

- 80 Kinder (= 5,9 %) überhörten mit dem Quick-Check-Audiometer

- 37 " (= 2,7 %) überhörten nur eine Frequenz

43 Kinder (= 3,2 %) überhörten mehrere Frequenzen
=====

Bei schärferer Grenzziehung, und zwar Schwerhörigkeit schon ab 20 dB in einer Frequenz, hätte sich die Zahl um fast das Doppelte (37 Kinder = 2,7 %) auf 80 Kinder (= 5,9 %) erhöht.

Die günstigsten Untersuchungsbedingungen fanden wir an der Brüder-Grimm-Schule, die ungünstigsten an der im Stadtgebiet gelegenen Otto-Ubbelohde-Schule. Dies drückt sich sehr deutlich in den Ergebnissen aus.

Schule	Schwerhörige	Überhören
Brüder-Grimm-Schule	3,67 %	4,2 %
Otto-Ubbelohde-Schule	3,4 %	11,2 %

Die prozentuale Häufigkeit des Überhörens war an der Otto-Ubbelohde-Schule wegen des wesentlich höheren Lärmpegels fast 3 x so groß wie an der Brüder-Grimm-Schule. Die tatsächlich festgestellten Hörstörungen waren dagegen an beiden Schulen fast gleich häufig.

So zeigt sich die Überlegenheit des Madsen-Audiometers gegenüber dem Quick-Check-Audiometer bei audiometrischen Untersuchungen, die unter großem Umgebungslärm durchgeführt werden müssen. Damit wird

ganz allgemein die Auswirkung eines hohen Lärmpegels auf audiometrische Ergebnisse deutlich und die Bedeutung einer guten Schallabschirmung bei audiometrischen Verfahren.

Einen Überblick über die Ergebnisse an allen Schulen mag die folgende Tabelle geben.

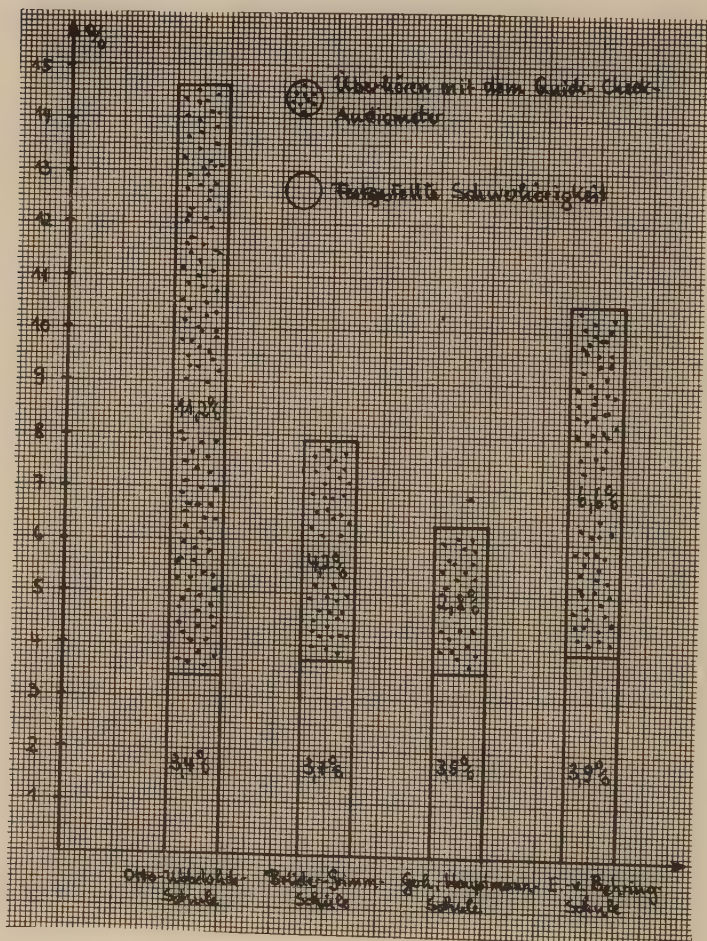


Abb. 7: Häufigkeit des überhörens und der Schwerhörigkeit an den einzelnen Schulen

Ergebnisse der klinischen Kontrolluntersuchung

1. Ursachen und Behandlungsbedürftigkeit der Hörstörungen

Alle Kinder, bei denen durch das Ergebnis der schulaudiometrischen Untersuchung eine Hörstörung angenommen werden mußte, wurden zu einer schwellenaudiometrischen und otologischen Nachuntersuchung in unsere Klinik bestellt.

Insgesamt 25 Kinder folgten dieser Vorladung. Die Mehrzahl von ihnen hatte eine Schalleitungsstörung, die in den meisten Fällen durch eine vergrößerte Rachenmandel hervorgerufen wurde. Die hypertrophe Mandel kann durch Verlegung der Tuba Eustachii eine mehr oder weniger starke Schalleitungsschwerhörigkeit verursachen. Andere Kinder zeigten Narben am Trommelfell als Spuren einer durchgemachten Mittelohrentzündung. Sehr häufig war die Schalleitungsstörung auch durch einen Ceruminalpfropf bedingt.

Im wesentlichen ließen sich alle diese Ursachen leicht beseitigen, und das Kind war mit einem geringen Aufwand von seiner Hörstörung befreit.

Vier Kinder hatten eine Schallempfindungsstörung. Bei zweien handelte es sich um einen stärkeren Defekt. Sie waren schon früher deshalb mit einem Hörgerät versehen worden.

2. Genauigkeit des Madsen-Audiometers

Bei der klinischen Kontrolluntersuchung war eine gewisse Diskrepanz zwischen dem in der Schule erhobenen Befund und dem klinischen Ergebnis zu erwarten. HINCHCLIFE und LITTLER wiesen durch Tests an 50 Audiometerapparaturen die Problematik eines Detailvergleichs nach. Sie

fanden keine zwei deckungsgleichen Kurven. Ja, es zeigen sich sogar Differenzen bei nacheinanderfolgenden Untersuchungen an demselben Audiometer. Man führt diese Unterschiede auf die ungleichmäßige Konzentration des Prüfers und des zu Prüfenden zurück. Als weitere Fehlerquelle wird der Lärmpegel in den Schuluntersuchungsräumen angegeben.

Eingedenk dieser Einschränkungen, waren die mit dem Madsen-Audiometer erhobenen Befunde überraschend genau. Nur bei drei von insgesamt 25 nachuntersuchten Kindern konnte das gestörte Hörvermögen durch die klinische Audiometrie nicht bestätigt werden. In allen drei Fällen waren allerdings mehrere Tage seit der Schuluntersuchung verstrichen. Der Grund für eine solche Abweichung kann in Schwankungen der kindlichen Schallleitungsschwerhörigkeit liegen. Es zeigten sich nämlich noch otologische Symptome wie abklingender Tubenkatarrh (2 x) und hypertrophe Rachenmandel in all den drei Fällen, so daß ein vorübergehender Schalleitungsdefekt zur Zeit der Schuluntersuchung wahrscheinlich war.

In manchen Fällen konnte schon aus den drei Meßpunkten des Schulaudiogramms auf die Art der Hörstörung geschlossen werden. So erwarteten wir nach dem Untersuchungsergebnis in der Schule bei dem 14-jährigen W. R. eine beidseitige Schallempfindungsstörung, die auf dem rechten Ohr leicht - und auf dem linken Ohr mittelgradig war (Hörformeln: re 2,2,4; li 2,3,6).

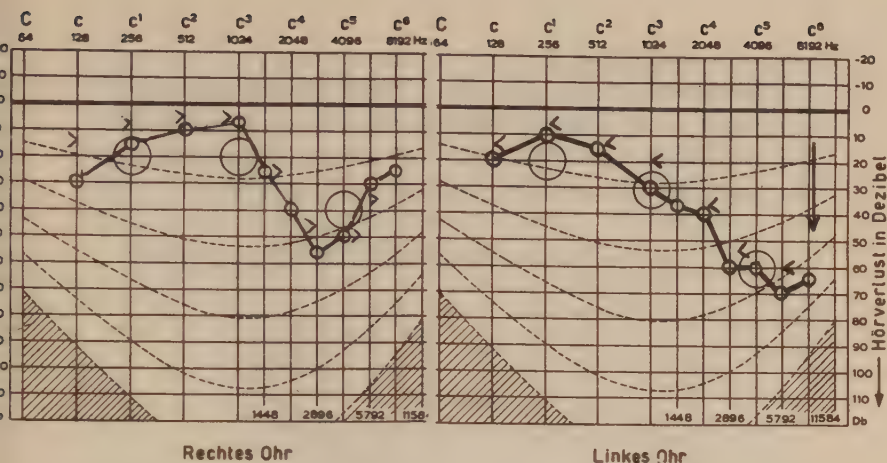


Abb. 8: Beiderseitige Schallempfindungsstörung; Fall des 14-jährigen Schülers W. R.; die Meßpunkte des Madsen-Audiometers sind den Hörformeln entsprechend als Kreise eingezeichnet.

Die audiometrische Schwellenmessung bestätigte den in der Schule erhobenen Befund. Bei Befragung der Mutter ergab sich, daß es sich bei dem Kind um eine Frühgeburt gehandelt hat, das die ersten drei Lebensmonate in einer Kinderklinik verbrachte.

Bemerkenswert erscheint uns auch der Fall des 8-jährigen M. Sch.! Das Untersuchungsergebnis mit dem Madsen-Audiometer ließ den Verdacht auf eine linksseitige, mittelgradige Schalleitungsstörung zu: Rechtes Ohr 2,2,2; linkes Ohr: 4,3,5! Für die so häufige kindliche Schalleitungsstörung ist das Maximum des Hörverlustes bei 250 und 500 Hz typisch, und der allgemeine Anstieg im Bereich von 1 000 Hz. Dies zeigt deutlich, daß auf die Prüfung dieses Frequenzbereiches nicht verzichtet werden darf, auch wenn gerade diese Frequenzen vom Störlärm besonders betroffen sind.

Bei dem 8-jährigen Knaben (M. Sch.) wurde otologisch ein Ceruminalpfropf gefunden. Nach dessen Entfernung wurde ein neues - und nun völlig normales - Audiogramm geschrieben. Das Hörvermögen hatte sich stellenweise um 30 oder mehr dB gebessert.

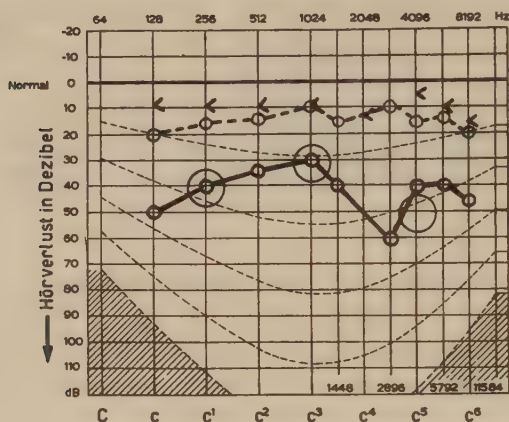


Abb. 9: M. Sch., 8 Jahre, linksseitige Schalleitungsstörung; Hörformel links 4,3,5; die gestrichelte Linie bezeichnet das Audiogramm, das nach der Ohrspülung geschrieben wurde.

Mit diesen Ergebnissen hat sich gezeigt, daß die Untersuchung mit dem Madsen-Audiometer für schulaudiometrische Zwecke exakt und zuverlässig ist. Wir konnten durch die Vergleichsmessung einmal die Bedeutung des Störlärms als wesentliche Fehlerquelle bei audiometrischen Verfahren und zum anderen die Überlegenheit eines audiometrischen Systems mit verbesserter Schallabschirmung nachweisen. Die unteren Frequenzen 250 - 500 Hz sind besonders empfindlich gegen den Störschall und werden daher von den Kindern oft überhört. Dieses lärmbedingte Überhören darf nicht mit einer Schwerhörig-

keit verwechselt werden. Die klinische Nachuntersuchung ergab, daß das Madsen-Audiometer Untersuchungen auch im unteren Frequenzbereich zuläßt. Die häufigen kindlichen Schalleitungsstörungen, die in dem Gebiet ihr Maximum haben, konnten so zuverlässig ermittelt werden.

VI. Zusammenfassung

=====

Kindliche Hörstörungen bleiben in hohem Maße den Eltern und Lehrern verborgen und sind doch viel häufiger als früher angenommen wurde. Sehr wichtig ist der Zeitpunkt der Einschulung insofern, als auch dann Hörfehler unerkannt bleiben und als Minderbegabung und Unkonzentriertheit gedeutet werden. So kommt es, daß ein hoher Prozentsatz hörgestörter Schulanfänger vom Schuleintritt zurückgestellt wird. Auch ist es auffällig, wieviel hörgeschädigte Kinder man in Hilfsschulen antrifft.

Nachteilig wirkt sich die Hörstörung auch nach dem Eintritt in die Volksschule aus, denn erfahrungsgemäß bleibt sogar eine hochgradige Schwerhörigkeit oft unbemerkt. Hörstörungen leichteren Grades werden natürlich noch viel weniger festgestellt und mindern doch schon die Schulleistung erheblich. Dies ist umso tragischer, als festgestellt werden konnte, daß schwerhörige Kinder keinen wesentlichen Intelligenzunterschied zu Normalhörigen aufweisen.

In vielen Schulen herrscht ein starker Störlärm, unter dem das hörgestörte Kind besonders leidet, weil es die Lehrerstimme schlecht oder gar nicht verstehen kann. Dadurch wird es gezwungenermaßen in seiner Entwicklung gehemmt und ist den Altersgenossen gegenüber benachteiligt. Je nach Mentalität reagiert es mit Resignation oder Aufsässigkeit, meidet gemeinsame Spiele mit Klassenkameraden und entwickelt sich zum Einzelgänger. Oder es fällt als unfolgsam oder verträumt auf. Ferner ist es verständlich, daß bei schwerhörigen Schülern vermehrt Sprachstörungen auftreten, und zwar sind das Näseln und Stimmeln besonders häufig.

Eine prophylaktische Schulaudiometrie ist daher von erheblicher Bedeutung. Die älteste Methode, die Sprachabstandsprüfung, hat sich als unzureichend erwiesen. Auf der Suche nach geeigneten Verfahren zur audiometrischen Untersuchung von Schulkindern wurden viele Wege beschritten. Dies drückt sich darin aus, daß die Ergebnisse über die Häufigkeit der kindlichen Hörstörungen zum Teil stark voneinander abweichen. Neben den unterschiedlichen Verfahren gibt es jedoch noch andere Ursachen für die Diskrepanz der Resultate: Unterschiedliche Auffassung, ab wann ein Hörprüfergebnis als pathologisch anzusehen ist, Auswahl der Prüffrequenzen und Tonintensitäten, Anzahl der geprüften Frequenzen, Art und Milieu der untersuchten Schulen, Vorbildung und Gewissenhaftigkeit des Prüfers und Lärmpegel im Untersuchungsraum.

International hat es sich durchgesetzt, die Schulaudiometrie mittels einer Einzel-Ton-Audiometrie in Form einer Ausleseuntersuchung (=Screening) durchzuführen. Legt man den Maßstab zugrunde, daß Kinder als hörgestört anzusehen sind, die einen Hörverlust über 20 dB in zwei Frequenzen aufweisen, so liegen die neueren Ergebnisse über die Häufigkeit kindlicher Hörstörungen zwischen 3 und 6 %.

Besonders negativ auf die Qualität des Ergebnisses wirkt sich der Lärmpegel im Prüfraum aus. Es werden nämlich besonders die unteren Frequenzen 250 und 500 Hz, in denen die häufige kindliche Schalleitungsschwerhörigkeit ihr Maximum hat, vom Störlärm betroffen. Die zuverlässige Erfassung gerade dieser Störungen gestaltet sich damit als problematisch.

Wir hatten die Aufgabe, die Häufigkeit der kindlichen Schwerhörigkeit durch ein Gerät mit verbesserter Schallabschirmung festzustellen. Zum anderen interessierte uns die Auswirkung des Störlärms auf das Ergebnis, wenn der Prüfling nur ungenügend gegen ihn geschützt war.

Hierzu wurde eine Vergleichsmessung mit zwei verschiedenen Audiometern an 1356 Schulkindern durchgeführt. Wir verwendeten das Quick-Check-Audiometer der Firma Aditone und das Madsen-Audiometer. Das Madsen-Gerät hat den Vorteil, daß die Prüftöne über einen Spezial-Doppel-Kopfhörer übertragen werden, dessen Schalldämpfung bis zu 40 dB beträgt.

Die Prüfung wurde zuerst an allen Kindern mit dem Quick-Check-Audiometer durchgeführt. Die Prüflinge, die die Töne bei der Grundintensität von 20 dB nicht hören konnten, wurden mit dem Madsen-Audiometer nachgemessen. Als Schwerhörige wurden nur diejenigen ausgelesen, die auch bei dem zweiten Test durchfielen. Auf diese Weise fanden wir eine Häufigkeit der kindlichen Schwerhörigkeit von 3,7 %. Nach dem Grad der Hörstörung schlüsselten wir wie folgt auf:

2,4 % leichtgradige Schwerhörigkeit

1,1 % mittelgradige Schwerhörigkeit

0,15 % hochgradige Schwerhörigkeit

Das linke Ohr war etwas häufiger als das rechte Ohr betroffen.

Der Prozentsatz der Schüler, die den Test nicht mit dem Quick-Check-, wohl aber mit dem Madsen-Audiometer bestanden, betrug 5,9 %. Dabei war interessant, daß fast die Hälfte der Prüflinge, nämlich 2,7 %, nur eine Fre-

quenz überhörte und somit das Ergebnis wesentlich günstiger ausfällt, wenn die Grenze für die pathologischen Hörprüfergebnisse sehr eng gezogen wird. Die Frequenzen 250 und 1000 Hz wurden eindeutig häufiger infolge des Störlärms überhört als 4000 Hz.

Durch eine klinische Nachuntersuchung wurde überprüft, ob die mit dem Madsen-Gerät erzielten Ergebnisse genau waren. Lediglich drei von 25 nachuntersuchten Kindern wiesen bei der Klinik-Audiometrie keinen auffälligen Befund auf. Allerdings zeigten sich bei diesen otologische Symptome. Deshalb war eine zeitweilige Hörstörung wahrscheinlich, zumal seit der Schuluntersuchung fast zwei Wochen vergangen waren. Die meisten Schüler hatten eine Schalleitungsstörung, vier eine Schallempfindungsstörung. Dabei deutete in vielen Fällen das Untersuchungsergebnis in der Schule bereits auf die Art der Hörstörung. Bei den meisten Kindern ließ sich die Ursache der Störung sofort aufdecken und auch beseitigen.

Für schulaudiometrische Zwecke ist also eine genaue Methode wichtig. Dazu benötigt man ein gutes Gerät mit wirksamer Schallabschirmung. Nur so kann rationell gearbeitet und aus einer größeren Kinderzahl die Aussonderungsquote optimal bestimmt werden. Diese Aufgabe hatte das Madsen-Audiometer zuverlässig gelöst.

Literaturverzeichnis

- ARNDT, H.J.: Bedeutung des Störlärms für schwerhörige Schulkinder. Arch. Ohr-, Nas.-Kehlkopf-kh. 180, (1962), 250
- ARON, P.: Gruppenaudiometrie an 2600 Schülern. Inaug. Diss. Univ.-HNO-Klinik Berlin, 1958
- BÄNI, P.: Reihenaudiologische Untersuchungen durch Reintonaudiometrie bei Züricher Schulkindern. Inaug. Diss. Zürich, 1961
- BECKMANN, G.: Schulaudiometrische Erfahrungen mit dem Dreifrequenzaudiometer. Arch. Ohr-Nas. Kehlk.-kh. 176, (1960), 618
- - Bedeutung und Möglichkeiten der Schulaudiometrie. Bundesgesundheitsblatt 27, (1960), 421
 - - Zur Dringlichkeit und Methodik der Schulaudiometrie. Arch. Ohr.-Nasen-Kehlk.-kh. 182, (1963), 664.
 - - Die Schulaudiometrie. Forschungsberichte aus dem Deutschen Jugendinstitut, (1964)
- BELKIN, SUCHMAN, BERGMANN, ROSENBLATT, JACOBZINER: Evaluation of hearing testing program in New York City elementary schools. Publ. Hlth. Rep. (Wash.) 78, 681 - 688 (1963)
- BERENDES, J.: "Anleitung zur Funktionsprüfung des Ohres" Wiss. Verl. Ges. Stuttgart 1957
- v. BRACKEN, H.: Untersuchungen über die psychischen Auswirkungen der Schwerhörigkeit auf Kinder. Arch. Ohr.-Nas.-Kehlk.-kh. 182, (1963), 668
- BRENDIE, P. u. Mitarb.: Hörschäden bei Volks- und Hilfsschülern. N. Bl. Tbst.bild. 15, (1961), 200
- CROATTO, L. e B. POTOTSCHNIK: "Risultati --- di audiometria scolastica di Padova" Minerva otorinolaring. (Torino) 4, (1954), 220
- EBIHARA, I.: Studies on hearing test for school children. J. otorhino-laryng. Soc. Jap. 62, (1959), 1154
- FABRITIUS, H.: Mass examination for delectation of hearing loss in school children. Acta otolaryng. Stockh. Suppl. 140, (1958), 123
- FALBE-HANSEN, I.: Hardness of hearing in school-children. Acta otolaryng. Stockh. 44, (1954), 157
- FLETCHER, H.: "Speech and Hearing", Macmillan and Co., London 1945

- FOOTE, R.: Public health aspects of a speech and hearing program. J. Amer. med. Soc. 150, (1952), 1390
- FOWLER, E. P. sen.: Hearing conversation over the years. Trans. Amer. Acad. Ophthal. Otolaryng., (1959), 14
- GALIOTO, G. B. e F. GAIA: L'audiometria nelle prime due classi elementari con una nostra modifica al M.H.T. Riv. Audiol. prat. 1o Nr. 7 - 9, 149 - 157, (1960)
- GLORIG, A. and H. P. HOUSE: New practical concept of hearing testing for use of the general physician. Journ. Amer. med. Ass. 166, (1958), 1719
- GUYOT, R.: Les déficiences auditives chez les enfants d'âge scolaire (dépistage systématique, prophylaxie, incidences, sociales). Médecine et Hygiène, Journal d'informations médicales, 18. Jahrg. (1960), Nr. 474
- HANLEY, C. N. a. B. GADDIE: The use of single frequency audiometry in the screening of school-children. J. Speech Dis. 27, 258 - 264 (1962)
- HINCHCLIFE, R. a. T.S. LITTLER: Methodology of Air-conduction audiometry for hearing survey. Ann. Occ. Hyg. 1, (1958), 114
- HOLMGREN, L.: "Hearing tests and hearing aids". Acta otolaryng. Stockholm Suppl. 34, (1939), 1
- - "Audiologische Gesichtspunkte zu Hörstörungen bei Kindern im Schulalter". Acta, Suppl. 116, (1954), 137
- HUNT, W.M.: Legislation for the hard of hearing, lay organisations, school programs. COATES, SCHENCK, MILLER, Bd. 2, Kap. 12
- JOHNSON, K. a. H. NEWBY: Experimental Study of the efficiency of two group hearing test. Arch. of Otolaryng. Chicago 60, (1954), 702
- JOHNSTON, Ph.: The Massachusetts Hearing test. Journ. Acoust. Soc. of America 20, (1948), 697
- - An efficient group Screening test. J. Speech a. Hear. Dis. 17, (1952), 8
- LANGENBECK, B.: Leitfaden der praktischen Audiometrie, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, (1956)
- LAWRENCE, C.F. a. W. RUBING: The efficiency of limited frequency audiometry screening in a school hearing conversation program. Arch. Otolaryng. 69, (1959), 606

- LIGHTFOOT, Ch., R.A. BUCKINGHAM a. M.N. KELLY: A check on otocheck. Arch. Otolaryng. 70, (1959), 103
- LINK, R.: "Hörverbessernde Operationen und andere therapeutische Maßnahmen" Zschr. Laryng. 36, (1957), 483
- MILLER, M.H. a. J.C. BELLA: Limitations of selected frequency audiometry in the public schools. J. Speech Dis. 24, (1959), 402
- MEINICK, W. a. E.L. EAGLES a. H.S. LEVINE: Evaluation of a recommended Program of Identification Audiometry with school-aged children (Pittsburgh). Journ. of speech and hearing Dis. 29, (1964), 3
- NIELSEN, S. F.: "Report on group testing on school-children by pure-tone Audiometry" Acta oto-laryng., Stockholm 41, (1952), 179
- PIRAGINE, F.: Risultati di un triennio di attività del servizio otoiatrico scolastico del comune di Parma (1959 - 1962). Ateneo parmense 33, Suppl. 6, 54 - 61, (1962)
- ROE, V. J. u. Mitarb.: Public school Speech and Hearing Services, Diagnosis and Measurment, Journ. Speech a. Hearing Dis. Suppl. 8, (1961), 50
- SALAJ, B.: Screening audiometry in school children, Radovi med. Fac. Zagrebu 9, 167. 181, (1961)
- SCHMIDT, H.: Einschulungsprobleme beim hörgeschädigten Kind. Arch. Ohr.- Nas.-Kehlk.kh. 178, (1961), 522
- SIMONTON, K. M. a. L.D. HEDGECOOK: Two-frequency auditory screening. Laryngoscope 69, (1959), 1033
- STEVENS, G. a. G. DAVIDSON: J.Speech Dis. 24, (1959), 258
- TANIEWSKI, J. a. K. PANASIUKOWNA: Audiometric studies in school children. Pol. Tyg. lek. 17, (1962), 1912 - 1914

Herrn Prof. Dr. Beckmann danke ich für das überlassene
Thema und für die freundliche Unterstützung bei der
Anfertigung der Arbeit.

L e b e n s l a u f

Am 12. Dezember 1939 wurde ich in Gablonz an der Neiße als Sohn des Kaufmanns Heinz Rossig und seiner Ehefrau Elfriede, geborene Demmler, geboren.

Nach Kriegsende flüchteten wir in den Westen. 1946 wurde ich in Hattingen an der Ruhr eingeschult. Von 1950 an besuchte ich das neusprachliche Max-Planck-Gymnasium in Dortmund. Anfang März 1959 bestand ich an dieser Schule das Abitur. Im April trat ich in die Bundeswehr ein zur vorzeitigen Ableistung des Grundwehrdienstes. Als Leutnant der Reserve schied ich Ende September 1960 aus der Bundeswehr aus und begann zum Wintersemester 1960/61 das Studium der Medizin an der Universität Tübingen, wo ich nach fünf vorklinischen Semestern die ärztliche Vorprüfung ablegte. Das erste klinische Semester absolvierte ich an der Universität Tübingen, die nächsten beiden an der Universität Innsbruck und die letzten drei Semester an der Universität Marburg.

Meine akademischen Lehrer waren die Herren

Professoren und Dozenten :

- aus Tübingen : Barbey; Bartels; Brecht; v. Brunn;
 Buddecke; Bünning; Dick; Eggstein;
 Feneis; Graumann; Krüger; Jung;
 Möhres; Möricke; Müller, E.;
 Rimbach; Römer; Rüdorff; Spechter;
 Tonutti; Weitzel.
- aus Innsbruck : Braunsteiner; Ganner; Günther;
 Halhuber; Heinz; Huber; Konzett;
 Lang; Rößler; Ruckensteiner;
 Scharfetter; Schinzel; Tapfer;
 Wunderer.
- aus Marburg : Beckmann; Berendes; Bommer; Braun-
 Falco; Exner; Gedigk; Hamm; Hilde-
 brandt; du Mesnil de Rochemont;
 Schiff; Schleyer; Schmid; Schürmann;
 Siegert; Streicher.

